基礎物理学共通試験問題集（後期）

東京電機大学 物理系列

2016 年 11 月 25 日

平成 25 年度より，物理学 2 の後期学力考査においても前期の物理学 1 と同様に，東京千住キャンパス共通の基礎的な問題を 6 題程度，それぞれの学科・コース毎の個別問題に加えて出題することになりました．

基礎レベルの『5 択問題』とはいえ，限られた時間内で正解するためには相応の準備が求められます．そこで，前期と同様に学生諸君が解くべき問題を精選し，その中から出題します．すなわち，『物理学 2 学力考査の共通部分 6 問はこの問題集の中から（ただし，**題意はそのままでも，数値や記号などを変えた類似問題**となって）出題されます』．

学生諸君は，この問題集に真剣に取り組んで実力を養い，学力考査においてその成果をじゅうぶんに発揮してください．

問題文表記上の注意点

- 問題の中の記号 g は重力加速度の大きさを表します（他に定義されている場合にはその定義に従いなさい）．
- 重力加速度の大きさの具体的な数値が必要な場合には，$9.8\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$ としなさい．
- 質量 $m\,[\mathrm{kg}]$ を力あるいは荷重 $w\,[\mathrm{N}]$ で表現している箇所があります．その場合には $w = mg$ を意味します．ただし，そのような問題では質量 m それ自身の値をわざわざ算出する必要はないはずです．

1. 長さ L，半径 a の針金の両端を大きさ F の力で引っ張った．針金はどれだけ伸びるか．ただし，ヤング率を E とする．

(a) $\dfrac{FE}{L\pi a^2}$
(b) $\dfrac{4FL}{E\pi a^2}$
(c) $\dfrac{4F}{LE\pi a^2}$
(d) $\dfrac{FL}{E\pi a^2}$
(e) $\dfrac{FL^2}{E\pi a^2}$

2. 長さ 50 cm，半径 0.5 mm の針金の両端を 1000 N の力で引っ張った．針金はどれだけ伸びるか．ただし，ヤング率を 2.0×10^{11} Pa とする．

(a) 0.4 mm
(b) 0.8 mm
(c) 3.2 mm
(d) 1.2 cm
(e) 3.2 cm

3. 長さ 1.0 m，直径 2.0 mm の鋼鉄線に 10 kg のおもりをかけたときの，鋼鉄線の伸びを求めなさい．ただし，鋼鉄線のヤング率を $2.0{\times}10^{11}$ Pa とする．

(a) 0.016 mm
(b) 0.08 mm
(c) 0.16 mm
(d) 0.80 mm
(e) 1.6 mm

4. 長さ 1 m，半径 1 mm の針金の両端を 1000 N の力で引っ張ったところ長さが 5 mm 伸びた．この針金のヤング率を求めなさい．

(a) 8.0×10^{9} Pa
(b) 1.6×10^{10} Pa
(c) 3.2×10^{10} Pa
(d) 6.4×10^{10} Pa
(e) 1.3×10^{11} Pa

5. ヤング率 E, 長さ L，半径 a の針金の両端を大きさ F の力で引っ張っところ ΔL 伸びた．同じ材質，同じ長さ，半径が 2 倍の針金を大きさ $2F$ の力で引っ張ると，いくら伸びるか．

(a) $0.5\Delta L$
(b) ΔL
(c) $\sqrt{2}\Delta L$
(d) $2\Delta L$
(e) $4\Delta L$

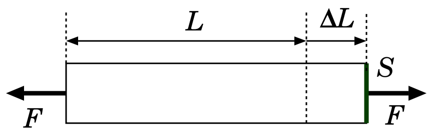
6. 長さ L，直径 d，ヤング率 E の針金の両端を大きさ F の力で引っ張って伸ばした．針金の径はどれだけ縮むか．ただし，ポアソン比を σ とする．

(a) $\dfrac{4\sigma F}{E\pi d^2}$
(b) $\dfrac{\sigma F}{E\pi d}$
(c) $\dfrac{4\sigma F}{E\pi d}$
(d) $\dfrac{\sigma F d}{E\pi}$
(e) $\dfrac{4\sigma F d}{E\pi}$

7. 長さ L の針金の両端を引っ張って伸ばしたところ軸方向のひずみが ε となった．針金の体積は何倍となっているか．ただし，ポアソン比を σ とする．

(a) $1+\varepsilon$ 倍
(b) $(1-\sigma)\varepsilon$ 倍
(c) $1+(1-\sigma)\varepsilon$ 倍
(d) $1+(1+2\sigma)\varepsilon$ 倍
(e) $1+(1-2\sigma)\varepsilon$ 倍

8. 長さ L，断面積 S の一様な棒の両端に大きさ F の力を加えて ΔL 伸ばしたとき，端の面に作用している法線応力 p_n と棒の長さ方向に発生したひずみ ε を求めなさい．ただし，棒の伸びによる断面積の変化は無視できるものとする．



(a) $p_n = FS, \quad \varepsilon = L\,\Delta L$
(b) $p_n = \dfrac{F}{L}, \quad \varepsilon = \dfrac{\Delta L}{S}$
(c) $p_n = \dfrac{F}{S}, \quad \varepsilon = \dfrac{\Delta L}{L}$
(d) $p_n = \dfrac{S}{F}, \quad \varepsilon = \dfrac{L}{\Delta L}$
(e) $p_n = \dfrac{1}{FS}, \quad \varepsilon = \dfrac{1}{L\,\Delta L}$

9. ポアソン比 σ，長さ L，半径 a の一様な円柱の両端に大きさ F の力を加え，長さ方向へ $\Delta L\,(>0)$ 縮めた．このときの円柱の半径を求めなさい．ただし，ΔL は L に比べて十分に小さいものとする．

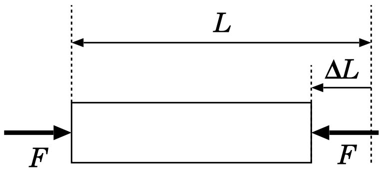
(a) $a\,(1+\sigma)$

(b) $a\left(1+\dfrac{\Delta L}{L}\right)$

(c) $a\left(1-\dfrac{\Delta L}{L}\right)$

(d) $a\left(1+\dfrac{\Delta L}{L}\sigma\right)$

(e) $a\left(1-\dfrac{\Delta L}{L}\sigma\right)$



10. 長さ L，断面積 S の一様な棒を伸ばすために必要な力の大きさは，伸び x の関数として $F(x)=kx$ (k は 0 でない正の定数) と与えられる．この棒のヤング率を求めなさい．ただし，x は L に比べて十分に小さく，伸びによる断面積の変化は考えなくてよい．

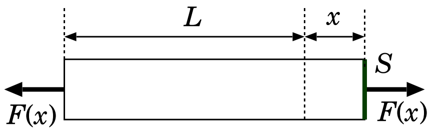
(a) kSL

(b) $\dfrac{1}{kSL}$

(c) $\dfrac{S}{kL}$

(d) $\dfrac{L}{kS}$

(e) $\dfrac{kL}{S}$



11. 長さ L，半径 a の材質の異なる針金を接合して長さ $2L$ の針金とし，大きさ F の力で引っ張った．針金はどれだけ伸びるか．ただし，ヤング率をそれぞれ E_1, E_2 とし，ポアソン比は等しいとする．

(a) $\dfrac{E_1E_2}{E_1+E_2}\dfrac{FL}{\pi a^2}$

(b) $E_1E_2\dfrac{FL}{\pi a^2}$

(c) $(E_1+E_2)\dfrac{FL}{\pi a^2}$

(d) $\left(\dfrac{1}{E_1}-\dfrac{1}{E_2}\right)\dfrac{FL}{\pi a^2}$

(e) $\left(\dfrac{1}{E_1}+\dfrac{1}{E_2}\right)\dfrac{FL}{\pi a^2}$

12. 水平面上にあけられた直径 L の穴の上端に，ピンと張った長さ L で一様な軽い糸が取り付けられている．この糸の中央に質量 M の物体を取り付けたところ，図のように，糸は伸びて水平面と角 θ をなして釣り合った．糸のヤング率を求めなさい．ただし，重力加速度を g，糸の断面積を S，伸びによる糸の断面積の変化は無視できるものとする．

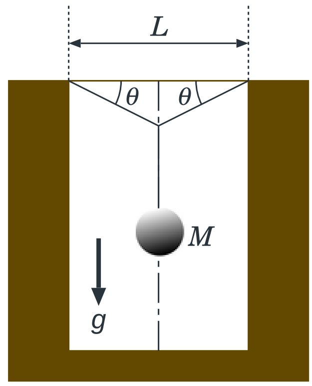
(a) $\dfrac{Mg\,(1-\cos\theta)}{2S\tan\theta}$

(b) $\dfrac{Mg}{2S\tan\theta\,(1-\cos\theta)}$

(c) $\dfrac{Mg\tan\theta}{S(1-\cos\theta)}$

(d) $\dfrac{Mg\,\tan\theta\,(1-\cos\theta)}{2S}$

(e) $\dfrac{Mg}{S\cos\theta\,(1-\cos\theta)}$



13. ヤング率が 1.3×10^{10} Pa の木材でできた，直径 2 cm，長さ 10 cm の円筒形支持台 3 個で，それぞれの支持台に均等に荷重がかかるように 500 kg の重量物を支えた．支持台はいくら縮むか．

(a) 1.0×10^{-5} m

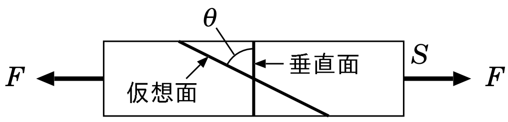
(b) 2.0×10^{-5} m

(c) 4.0×10^{-5} m

(d) 1.0×10^{-4} m

(e) 1.2×10^{-4} m

14. 図のように，長さ L，断面積 S の一様な棒の両端に大きさ F の力を加えたとき，棒中の仮想面に作用している法線応力 p_n と接線応力 p_t を求めなさい．ただし，仮想面と垂直断面とのなす角度を θ，断面積の変化は無視できるものとする．



(a) $p_n=\dfrac{F}{S},\quad p_t=0$

(b) $p_n=\dfrac{F}{S}\cos\theta,\qquad p_t=\dfrac{F}{S}\sin\theta$

(c) $p_n=\dfrac{F}{S}\cos\theta\sin\theta,\qquad p_t=\dfrac{F}{S}\sin^2\theta$

(d) $p_n=\dfrac{F}{S}\cos^2\theta,\qquad p_t=\dfrac{F}{S}\sin^2\theta$

(e) $p_n=\dfrac{F}{S}\cos^2\theta,\qquad p_t=\dfrac{F}{S}\cos\theta\sin\theta$

15. 弾性定数は，ひずみと応力の間の比例関係式の正の比例係数として定義される．ヤング率を E，ポアソン比を σ とすると，等方一様な弾性体では体積弾性率 k は，

$$k=\frac{E}{3(1-2\sigma)}$$

と表される．これより σ について言及できる事柄は次のいずれか．

(a) $\sigma < \dfrac{1}{2}$

(b) $\sigma < \dfrac{2}{3}$

(c) $\sigma > \dfrac{1}{3}$

(d) $\sigma < \dfrac{E}{2}$

(e) $\sigma > \dfrac{E}{3}$

16. 長さ L，断面積 A，ヤング率 E の一様な棒に力を加えて ΔL だけ引き伸ばした．力のした仕事を求めなさい．

(a) $E\left(\dfrac{\Delta L}{L}\right)^2 AL$

(b) $\dfrac{1}{2}E\left(\dfrac{\Delta L}{L}\right)^2 AL$

(c) $\dfrac{1}{2}E\left(\dfrac{\Delta L}{L}\right)^2 A$

(d) $EA\Delta L$

(e) $E\Delta L$

17. 長さ L，断面積 A，ヤング率 E の一様な棒に力を加えて ΔL だけ引き伸ばした．棒の単位体積当たりに蓄えられたエネルギーを求めなさい．ただし，棒の伸びによる断面積の変化は無視できるものとする．

(a) $\dfrac{1}{2}E\left(\dfrac{\Delta L}{L}\right)^2$

(b) $E\left(\dfrac{\Delta L}{L}\right)^2$

(c) $\dfrac{E}{2L}\left(\dfrac{\Delta L}{L}\right)^2$

(d) $\dfrac{E\Delta L}{L}$

(e) $\dfrac{E\Delta L}{AL}$

18. 半径 $10\,\mathrm{cm}$ の金属製の球を深さ $8000\,\mathrm{m}$ の海底沈めると，半径はどれだけ縮むか．金属の体積弾性率を，$1.6 \times 10^{11}\,\mathrm{Pa}$ とし，重力加速度の大きさを $10\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$，また海水の密度は深さによらず $1\,\mathrm{g \cdot cm^{-3}}$ であるとする．

(a) $0.35\,\mathrm{mm}$

(b) 0.17,mm

(c) $0.075\,\mathrm{mm}$

(d) $0.034\,\mathrm{mm}$

(e) $0.017\,\mathrm{mm}$

19. 水の体積を 0.1% 減少させるのに必要な圧力はいくらか．ただし，水の体積弾性率を $2.1 \times 10^9\,\mathrm{Pa}$ とする．

(a) $1.0 \times 10^6\,\mathrm{N}$

(b) $2.1 \times 10^6\,\mathrm{N}$

(c) $5.0 \times 10^6\,\mathrm{N}$

(d) $1.0 \times 10^7\,\mathrm{N}$

(e) $2.1 \times 10^7\,\mathrm{N}$

20. 圧力 p_0 の気体中で半径が a の一様な球を，圧力 $p_0 + \Delta p$（$\Delta p > 0$）の気体中に置くと，球は一様に縮んで半径が $a - \Delta a$（$\Delta a > 0$）となった．半径の変化量 Δa を求めなさい．ただし，$\Delta p \ll p_0$，$\Delta a \ll a$，球の体積弾性率を k とする．

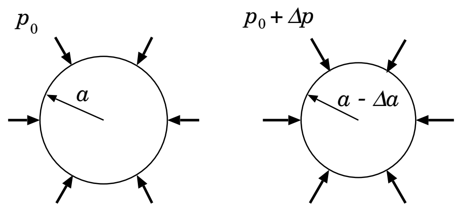
(a) $\dfrac{a^3}{k}\Delta p$

(b) $\dfrac{a}{2\pi k}\Delta p$

(c) $\dfrac{a^2}{4\pi k}\Delta p$

(d) $\dfrac{3a}{4\pi k}\Delta p$

(e) $\dfrac{a}{3k}\Delta p$



21. 水は凍るとき約 9% 膨張する．容器内に閉じ込められた水が凍ると，容器内部の圧力はどれだけ増大するか．氷の体積弾性率を $2 \times 10^9\,\mathrm{Pa}$ とする．なお, 1 気圧は $10^5\,\mathrm{Pa}$ である．

(a) 450 気圧

(b) 900 気圧

(c) 1013 気圧

(d) 1600 気圧

(e) 1800 気圧

22. 半径 r，長さ ℓ，剛性率 n の細い針金の上端を固定して鉛直にたらし，下端におもりをつけて，おもりを介して針金の軸まわりに力のモーメントを作用させてねじるとき，針金の下端のねじれの角度 θ は以下のように力のモーメント N に比例する．

$$\theta = \frac{2\ell}{n\pi r^4}N$$

おもりを回転させ針金をねじってから静かにはなすと，おもりは針金を回転軸としてねじれ振動を起こす．その周期はいくらか．ただし，おもりの慣性モーメントを I とする．

(a) $\dfrac{1}{r^2}\sqrt{\dfrac{\ell I}{n}}$

(b) $\dfrac{2}{r^2}\sqrt{\dfrac{\ell I}{n}}$

(c) $\dfrac{1}{r^2}\sqrt{\dfrac{2\pi\ell I}{n}}$

(d) $\dfrac{2}{r^2}\sqrt{\dfrac{2\pi\ell I}{n}}$

(e) $\dfrac{\pi}{r^2}\sqrt{\dfrac{2\ell I}{n}}$

23. 半径 a，長さ L，剛性率 n の細い針金の上端を固定して鉛直に垂らし，下端に重りをつけて偶力を与えて針金を角 Φ だけねじる．このとき針金に働く力のモーメントの大きさを求めなさい．

(a) $\dfrac{\pi n a^4}{2L}\Phi$

(b) $\dfrac{\pi n a^4}{L}\Phi$

(c) $\dfrac{\pi n a^4}{4L}\Phi$

(d) $\dfrac{n a^4}{2\pi L}\Phi$

(e) $\dfrac{2\pi n a^4}{L}\Phi$

24. 断面積 $100\,\mathrm{cm}^2$ の鋼鉄製のレールが 20℃ の気温上昇により軸方向に膨張するのを防ぐには，どれくらいの圧縮力が必要であるか．鋼鉄の熱線膨張率を $1.2\times10^{-5}\,\mathrm{K}^{-1}$，ヤング率を $2.0\times10^{11}\,\mathrm{Pa}$ とする．

(a) $1.2\times10^{5}\,\mathrm{N}$
(b) $2.0\times10^{5}\,\mathrm{N}$
(c) $2.4\times10^{5}\,\mathrm{N}$
(d) $4.8\times10^{5}\,\mathrm{N}$
(e) $1.2\times10^{6}\,\mathrm{N}$

25. 一辺の長さが $0.20\,\mathrm{m}$ の立方体形状をした寒天を水平面におき，上下面に対して水平方向に $10\,\mathrm{N}$ の力でずれ変形を与えたところ，上下面の相対変化が $0.010\,\mathrm{m}$ になった．寒天の剛性率を求めなさい．

(a) 1.0 kPa
(b) 2.0 kPa
(c) 3.0 kPa
(d) 4.0 kPa
(e) 5.0 kPa

26. 図のように，水平面上でばね定数 k_1，k_2 の 2 つのばねに連結された質点 m が，鉛直な壁の間で単振動をしている．その周期を求めなさい．ただし，質点が釣合の位置にある時には，両方のばねはそれぞれの自然の長さであったとする．

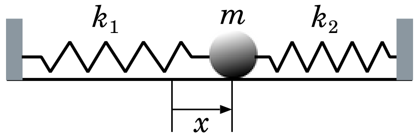
(a) $2\pi\sqrt{\dfrac{m(k_1+k_2)}{k_1k_2}}$

(b) $\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k_1+k_2}}$

(c) $\pi\sqrt{\dfrac{m}{2(k_1+k_2)}}$

(d) $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1+k_2}}$

(e) $\pi\sqrt{\dfrac{m}{k_1+k_2}}$



27. 図のように水平面から角度 θ 傾いた滑らかな斜面上に，ばね定数 k のばねを置いて上端を固定して吊り下げた．ばねの下端に質量 m のおもりをつけ，つりあいの位置からさらに L 引っ張って静かに離したところ，おもりは単振動を開始した．単振動の周期を求めなさい．ただし，重力加速度の大きさを g とする．

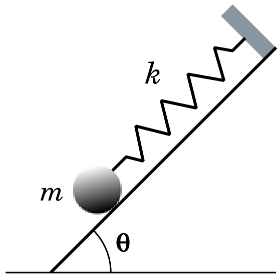
(a) $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

(b) $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

(c) $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$

(d) $\sqrt{gL}$

(e) $\sqrt{\dfrac{\pi m}{k}}$



28. 図のように水平面から角度 θ 傾いた滑らかな斜面上に，ばね定数 k のばねを置いて上端を固定して吊り下げた．ばねの下端に質量 m のおもりをつけ，つりあいの位置からさらに L 引っ張って静かに離したところ，おもりは単振動を開始した．おもりの速さの最大値を求めなさい．ただし，重力加速度の大きさを g とする．

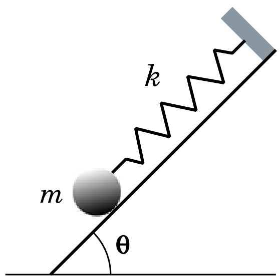
(a) $L\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

(b) $\sqrt{2gL}$

(c) $\sqrt{3gL}$

(d) $L\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

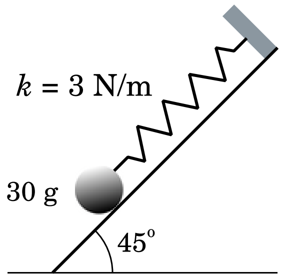
(e) $2\pi L\sqrt{\dfrac{k}{m}}$



29. 図のように水平面から角度 45° 傾いた滑らかな斜面上に，ばね定数 $k = 3\,\mathrm{N\cdot m^{-1}}$ のばねを置いて上端を固定して吊り下げた．ばねの下端に質量 $30\,\mathrm{g}$ のおもりをつけ，つりあいの位置からさらに引っ張って静かに離したところ，おもりは単振動を開始した．単振動の周期はいくらか．ただし，

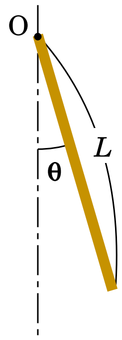
重力加速度の大きさを $9.8\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$ とする．

(a) $0.10\,\mathrm{s}$
(b) $0.21\,\mathrm{s}$
(c) $0.32\,\mathrm{s}$
(d) $0.63\,\mathrm{s}$
(e) $0.96\,\mathrm{s}$



30. 図のように，質量 M，長さ L の細く一様な棒の端を中心軸にした実体振り子の周期はいくらか．重力加速度の大きさを g とする．

(a) $2\pi\sqrt{3gL}$
(b) $2\pi\sqrt{\dfrac{2L}{3g}}$
(c) $2\pi\sqrt{\dfrac{3L}{4g}}$
(d) $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$
(e) $2\pi\sqrt{gL}$



31. ばねを水平に横たえ，一端を固定して力 F で引っ張ったところ，L だけ伸びた．このばねに質量 m のおもりをつけて引っ張り静かにはなすと単振動を開始した．単振動の周期を求めなさい．

(a) $\pi\sqrt{\dfrac{mL}{2F}}$
(b) $\pi\sqrt{\dfrac{mL}{F}}$
(c) $2\pi\sqrt{\dfrac{mL}{F}}$
(d) $\pi\sqrt{\dfrac{mF}{L}}$
(e) $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{L}}$

32. ばねを水平に横たえ，一端を固定して $0.1\,\mathrm{N}$ の力で引っ張ったところ，$2\,\mathrm{cm}$ だけ伸びた．このばねに質量 $100\,\mathrm{g}$ のおもりをつけて引っ張り静かにはなすと単振動を開始した．単振動の周期を求めなさい．

(a) $0.51\,\mathrm{s}$
(b) $0.89\,\mathrm{s}$
(c) $1.6\,\mathrm{s}$
(d) $3.4\,\mathrm{s}$
(e) $6.2\,\mathrm{s}$

33. 地球よりも大きなある惑星の表面では地球の重力加速度 g の 3 倍の重力加速度があるとする．この惑星の表面上で長さ L の単振り子を振らせると，その周期はいくらとなるか．

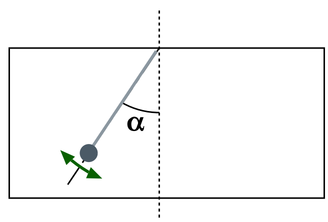
(a) $6\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$
(b) $2\pi\sqrt{\dfrac{3L}{g}}$
(c) $\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$
(d) $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$
(e) $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{3g}}$

34. 地球よりも大きなある惑星の表面では地球の重力加速度 g の n 倍の重力加速度があるとする．この惑星の表面上でばね定数 k のばねに質量 m のおもりをつけて吊り下げ単振動をさせると，その周期は地球上での周期の何倍となるか．

(a) n^2 倍
(b) n 倍
(c) $\sqrt{n}$ 倍
(d) 1 倍
(e) n^{-1} 倍

35. 地表を走る列車が一定の加速度で減速している．この列車の中で天井から，長さ L の単振り子を吊るして振動させたところ，図のように振動の中心軸が鉛直から α 傾いていた．単振り子の周期はいくらか．重力加速度の大きさを g とする．

(a) $2\pi\sqrt{\dfrac{L\tan\alpha}{g}}$
(b) $2\pi\sqrt{\dfrac{L\cos\alpha}{g}}$
(c) $2\pi\sqrt{\dfrac{L\sin\alpha}{g}}$
(d) $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$
(e) $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g\tan\alpha}}$



36. 周期 T で水平に振動する台の上に質量 m の物体が置いてある．振動する台の上で物体が滑らないためには，台の振幅はいくらより小さくなければならないか．台と物体の間の最大静止摩擦係数を μ，重力加速度を g とする．

(a) $\dfrac{\mu g T^2}{2\pi}$

(b) $\dfrac{\mu g T}{2\pi}$

(c) $\dfrac{\mu g T^2}{4\pi^2}$

(d) $\dfrac{\mu g T^2}{2\pi^2}$

(e) $\dfrac{\mu g T^2}{\pi^2}$

37. 質量 m の質点が x 軸上を振幅 A，角振動数 ω で単振動をしているとき，1 周期における運動エネルギーの平均値を求めなさい．

(a) $\dfrac{1}{4}m\omega^2 A^2$

(b) $\dfrac{1}{2}m\omega^2 A^2$

(c) $m\omega^2 A^2$

(d) $m\omega^2 A$

(e) $\dfrac{1}{2}m\omega A^2$

38. ばね定数 k のばねの両端に質量 m のおもりを取り付けたものを，滑らかな水平面に置き少し引っ張って静かに離すと振動運動を行う．振動の周期はいくらか．

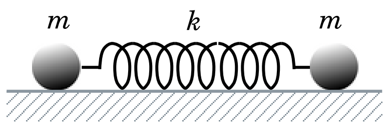
(a) $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{2k}}$

(b) $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

(c) $2\pi\sqrt{\dfrac{2m}{k}}$

(d) $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{2m}}$

(e) $2\pi\sqrt{\dfrac{k}{m}}$



39. 図のように，長さ L の軽くて丈夫な糸の端に半径 a の一様な金属球が取り付けられた実体振り子を小さく振動させたとき，振動の周期を求めなさい．ただし，重力加速度を g，球の質量を M，直径を回転軸とする球の慣性モーメントを I_G とする．

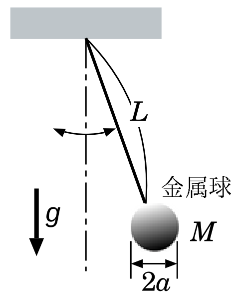
(a) $2\pi\sqrt{\dfrac{ML^2 + I_G}{MgL}}$

(b) $2\pi\sqrt{\dfrac{M(L+a)^2 + I_G}{Mg(L+a)}}$

(c) $2\pi\sqrt{\dfrac{I_G}{MgL}}$

(d) $2\pi\sqrt{\dfrac{I_G}{Mg(L+a)}}$

(e) $2\pi\sqrt{\dfrac{L+a}{g}}$



40. 長さ L の細い一様な棒を，これと直角な水平軸 O のまわりに微小振動させる．その周期は，棒の質量中心 G と O との距離 $\overline{\mathrm{OG}}$ に依存する．周期が最小になるときの距離 $\overline{\mathrm{OG}}$ の値を求めなさい．

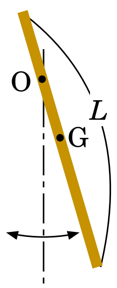
(a) $\dfrac{L}{2}$

(b) $\dfrac{L}{\sqrt{5}}$

(c) $\dfrac{L}{\sqrt{8}}$

(d) $\dfrac{L}{\sqrt{12}}$

(e) $\dfrac{L}{4}$



41. 次のような関数で表されている x 軸方向に伝わる波動の周期 T と波の速度 v を求めなさい．

$$u(x,t) = \sin(\sqrt{3}x - 2\pi t)$$

(a) $T = 2\pi,\ v = 2\sqrt{3}\pi$

(b) $T = 2\pi,\ v = \sqrt{3}\pi$

(c) $T = \pi,\ v = \dfrac{\sqrt{3}}{2\pi}$

(d) $T = 1,\ v = \sqrt{3}$

(e) $T = 1,\ v = \dfrac{2\pi}{\sqrt{3}}$

42. $y = 5\sin(9t + 7x)$ が進行波の変位を表すとする．この波の周期 T，波長 λ および速さ v を求めなさい．

(a) $T = \dfrac{1}{9},\ \lambda = \dfrac{1}{7},\ v = \dfrac{9}{7}$

(b) $T = 9,\ \lambda = 7,\ v = \dfrac{9}{7}$

(c) $T = \dfrac{2\pi}{9},\ \lambda = \dfrac{2\pi}{7},\ v = \dfrac{7}{9}$

(d) $T = \dfrac{2\pi}{9},\ \lambda = \dfrac{2\pi}{7},\ v = \dfrac{9}{7}$

(e) $T = 9\pi,\ \lambda = 7\pi,\ v = \dfrac{7}{9}$

43. 振幅が 1 cm，速度が $1200\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，振動数が 400 Hz である，弦を伝わる波を表す波動関数を求めなさい．ただし，原点における初期条件 $t=0\,[\mathrm{s}], x=0\,[\mathrm{m}]$ での変位は 0 であるとする．

(a) $u(x,t)=0.01\sin\left(\frac{\pi}{3}x-400t\right)$ [m]

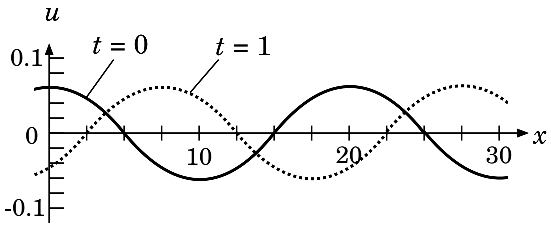
(b) $u(x,t)=0.01\sin\left(1200x-800t\right)$ [m]

(c) $u(x,t)=0.01\sin\left(\frac{2\pi}{3}x-800\pi t\right)$ [m]

(d) $u(x,t)=0.01\sin\left(\frac{\pi}{3}x-800\pi t\right)$ [m]

(e) $u(x,t)=0.01\sin\left(\frac{1}{2}x-600t\right)$ [m]

44. 図は x 軸方向に伝わる波動の $t=0,1\,\mathrm{s}$ における様子である．この波動を表す関数を求めなさい．



(a) $0.06\cos\left(\frac{x}{10}-\frac{3\pi t}{4}\right)$

(b) $0.06\cos\left(\frac{x}{10}-\frac{3t}{4}\right)$

(c) $1.2\cos\left(\frac{\pi x}{10}-\frac{3t}{4}\right)$

(d) $0.06\sin\left(\frac{\pi x}{10}-\frac{3\pi t}{4}\right)$

(e) $0.06\cos\left(\frac{\pi x}{10}-\frac{3\pi t}{4}\right)$

45. 線密度 $1\,\mathrm{g\cdot m^{-1}}$ の一様な銅線をぴんと張った弦を伝わる波の速さが $500\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ であるという．このときの弦の張力を求めなさい．

(a) 10 N

(b) 50 N

(c) 100 N

(d) 250 N

(e) 500 N

46. 図のように，間隔 L の 2 つの固定端の間に張力 S でぴんと張った弦の基本振動数 f_1 を求めなさい．ただし，弦の線密度を μ とする．

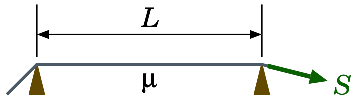
(a) $\frac{4}{L}\sqrt{\frac{S}{\mu}}$

(b) $\frac{2}{L}\sqrt{\frac{S}{\mu}}$

(c) $\frac{1}{L}\sqrt{\frac{2S}{\mu}}$

(d) $\frac{1}{L}\sqrt{\frac{S}{\mu}}$

(e) $\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{S}{\mu}}$



47. 図のように線密度 μ，長さ L の弦の両端を間隔 $4L/5$ 離れた 2 つの壁に固定し，弦の中央に質量 M のおもりをつけて吊るした．この弦を伝わる波の速さを求めなさい．重力加速度の大きさを g とする．

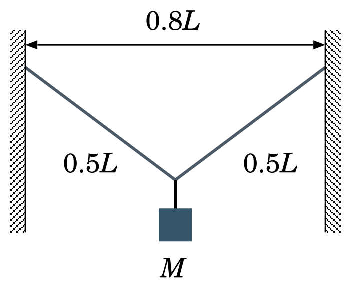
(a) $\sqrt{\frac{2Mg}{\mu}}$

(b) $\sqrt{\frac{8Mg}{5\mu}}$

(c) $\sqrt{\frac{6Mg}{5\mu}}$

(d) $\sqrt{\frac{5Mg}{6\mu}}$

(e) $\sqrt{\frac{3Mg}{5\mu}}$



48. 長さ L，全質量 m の紐に質量 $M(\gg m)$ のおもりをつけて天井から鉛直に吊るしてある．横波のパルスが紐の両端の間を進むのにかかる時間を求めなさい．

(a) $2\sqrt{\frac{ML}{mg}}$

(b) $\sqrt{\frac{ML}{mg}}$

(c) $2\sqrt{\frac{mL}{Mg}}$

(d) $\sqrt{\frac{mL}{Mg}}$

(e) $2\pi\sqrt{\frac{mL}{Mg}}$

49. 水銀の密度は $13.6\,\mathrm{g\cdot cm^{-3}}$ であり，水銀中の音速は $1380\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$ である．水銀の体積弾性率を求めなさい．

(a) 1.88×10^{7} Pa

(b) 2.59×10^{8} Pa

(c) $1.88\ \times 10^{9}$ Pa

(d) $2.59\ \times 10^{10}$ Pa

(e) $1.88\ \times 10^{11}$ Pa

50. 両端が開いた長さ L の管の口に音源をおいて，管内の気柱の共振周波数を測定した．すると，隣り合う共振周波数の差が $\varDelta f$ であった．管内の音速を求めなさい．

(a) $3L\varDelta f$

(b) $2L\varDelta f$

(c) $\frac{3}{2}L\varDelta f$

(d) $L\varDelta f$

(e) $\frac{1}{2}L\varDelta f$

51. 1 次元の波動方程式は u を変位として

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = K\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

と書くことができる．ただし K は比例定数である．波の式として，

$$u = a\sin(bt + cx)$$

を仮定すると，K はどのように表されるか．

(a) abc

(b) $\frac{b}{c}$

(c) $\frac{c}{b}$

(d) $\frac{c^2}{b^2}$

(e) $\frac{b^2}{c^2}$

52. x 軸上に置かれた無限に長い一様な棒中を伝わる 2 つの縦波がある．それぞれの波の変位が $u_1(x,t) = 5\sin(2\pi x - t)$，$u_2(x,t) = 5\sin(2\pi x + t)$ と書き表されるとき，位置 x，時間 t における合成された波の変位を求めなさい．

(a) $5\sin(2\pi x)\cos(t)$

(b) $10\sin(2\pi x)\cos(t)$

(c) $5\cos(2\pi x)\sin(t)$

(d) $10\cos(2\pi x)\sin(t)$

(e) $\frac{5}{2}\cos(2\pi x)\sin(t)$

53. x 軸上を進行する波の変位が，$u(x,t) = 3\sin(4x - 2\pi t)$ と書き表されるとき，波の波長 λ と周期 T を求めなさい．

(a) $\lambda = \frac{\pi}{2},\quad T = 1$

(b) $\lambda = \pi,\quad v = 2\pi$

(c) $\lambda = 4,\quad v = 1$

(d) $\lambda = 4,\quad v = 2\pi$

(e) $\lambda = 4\pi,\quad v = 2$

54. 水中の音波を弾性媒質中の縦波と考え，音速を求めなさい．ただし，水の密度を $1\,\mathrm{g\cdot cm^{-3}}$，体積弾性率を $k = 2.2\,\mathrm{GPa}$ とする．

(a) $340\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$

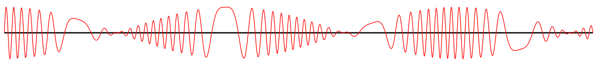
(b) $7200\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$

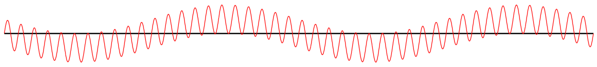
(c) $1200\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$

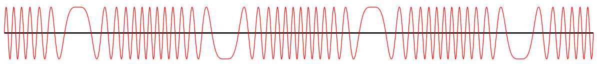
(d) $1500\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$

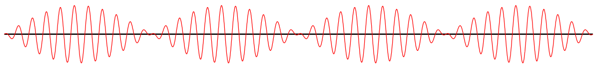
(e) $1800\,\mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$

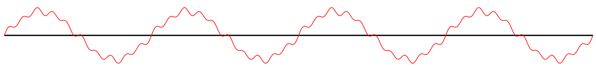
55. 振幅は等しく周波数が僅かに異なる二つの音が同時に耳に届くと，うなりが聴こえる．二つの音の合成波形として最も適切なものはどれか．

(a) 

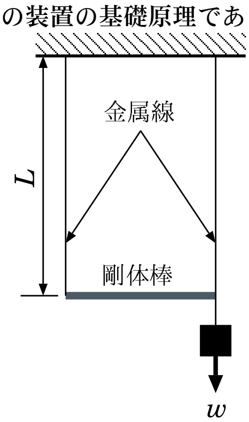
(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

56. 図のように，天井から長さ L，断面積 S の金属線 2 本を用いて剛体棒が水平となるように吊るす．剛体棒の右端に荷重 w のおもりをつけたところ，右側の金属線の長さがほんの僅か $\varDelta L$ だけ伸び，剛体棒が傾いた状態で釣り合った．金属線のヤング率はいくらと計算されるか．（これは，固体のヤング率を測定するザールの装置の基礎原理である）



(a) $\frac{wL}{S\Delta L}$

(b) $\frac{wL}{2S\Delta L}$

(c) $\frac{wL}{4S\Delta L}$

(d) $\frac{S\Delta L}{2wL}$

(e) $\frac{S\Delta L}{3wL}$

57. 辺の長さが a の正方形断面の断面二次モーメントを求めなさい．

(a) $\dfrac{a^4}{12}$

(b) $\dfrac{a^2}{4}$

(c) $\dfrac{a^2}{8}$

(d) $\dfrac{a^4}{4}$

(e) $\dfrac{\pi a^4}{8}$

58. 同じ角振動 ω を持つ次の 2 つの単振動

$$x_1(t) = 3\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{5}\right),\quad x_2(t) = 4\sin\left(\omega t + \frac{8\pi}{15}\right)$$

の和 $x = x_1 + x_2$ は，1 つの単振動

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) = A\sin(\omega t + \theta)$$

で表される．振幅 A はいくらか．

(a) 5

(b) 6

(c) $\sqrt{37}$

(d) $5\sqrt{3}$

(e) $\sqrt{42}$

【発展問題】

以下の発展問題はやや難易度が高い問題ですから，**共通学力考査には出題しません**．しかしながら，理解度を高めるには役立ちと思われますから，時間に余裕があるならば，是非挑戦してください．

A1. 長さ ℓ，密度 ρ，ヤング率 E の一様な棒を天井から垂直につり下げた．棒の自重による伸びはいくらか．重力加速度を g とする．

(a) $\dfrac{\rho\ell^2 g}{3E}$

(b) $\dfrac{\rho\ell^2 g}{2E}$

(c) $\dfrac{\rho\ell^2 g}{E}$

(d) $\dfrac{2\rho\ell^2 g}{E}$

(e) $\dfrac{3\rho\ell^2 g}{E}$

A2. 内径 $2R$，肉厚 t $(t < R)$ のボンベに気体を充填した．気体圧力と外気圧との圧力差を p とするとき，ボンベの縦断面 (LL) に働く引張応力は円形断面 (TT) に働く引張応力の何倍か．

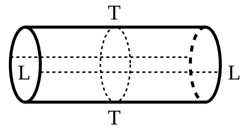
(a) 0.5 倍

(b) 1 倍

(c) 2 倍

(d) 3 倍

(e) 4 倍



A3. 長さ L，全質量 M の紐を天井から鉛直に吊るしてある．横波のパルスが紐の両端の間を進むのにかかる時間を求めなさい．

(a) $\sqrt{\dfrac{L}{g}}$

(b) $\sqrt{\dfrac{2L}{g}}$

(c) $2\sqrt{\dfrac{L}{g}}$

(d) $2\sqrt{\dfrac{2L}{g}}$

(e) $\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$